

# DIN EN 4533-001:2022-08 (D/E)

Luft- und Raumfahrt - Faseroptische Systemtechnik - Handbuch - Teil 001:  
Anschlussverfahren und Werkzeuge; Deutsche und Englische Fassung EN 4533-  
001:2020

Aerospace series - Fibre optic systems - Handbook - Part 001: Termination methods  
and tools; German and English version EN 4533-001:2020

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Einleitung .....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
1.1 Allgemeines.....	6
1.2 Notwendigkeit von hochintegrierten Anschlüssen .....	7
2 Normative Verweisungen .....	7
3 Auswahl der Bauteile .....	8
3.1 Elemente.....	8
3.2 Lichtwellenleiterkabel .....	8
3.2.1 Allgemeines.....	8
3.2.2 Kabelkonstruktion.....	8
3.2.3 Auswahl der Faser.....	9
3.2.4 Fasermantelwerkstoffe .....	11
3.3 Primärpolsterungswerkstoffe.....	12
3.3.1 Funktion .....	12
3.3.2 Acrylat.....	12
3.3.3 Polyimid .....	13
3.3.4 Silicium .....	13
3.3.5 Zugentlastungselemente.....	13
3.4 Außenmantel .....	14
3.5 Lichtwellenleiterverbindungen (Steckverbinder) .....	14
3.5.1 Einleitung.....	14
3.5.2 Die optische Schnittstelle .....	15
3.5.3 Einwege-Verbindungen/Steckverbinder.....	22
3.5.4 Mehrwege-Verbindungen/Steckverbinder.....	22
3.5.5 Auswahl der Werkzeuge .....	24
4 Gesundheits- und Sicherheitsaspekte .....	25
4.1 Allgemeines.....	25
4.2 Chemikalien .....	25
4.3 Scharfe Kanten .....	26
5 Anschlussprozess .....	26
5.1 Ziel.....	26
5.2 Vorbereitung des Kabels.....	26
5.2.1 Allgemeines.....	26
5.2.2 Zuschneiden .....	27
5.2.3 Entfernen des Außenmantels.....	28
5.2.4 Werkzeuge für die Handhabung von Kabeln (Greifen des Kabels).....	34
5.2.5 Zuschneiden/Entfernen von Zugentlastungselementen .....	35
5.3 Entfernen von Sekundärbeschichtung(en).....	36
5.4 Entfernen der Primärbeschichtungen.....	37

5.4.1	Allgemeines.....	37
5.4.2	Mechanische Techniken für das Entfernen von Primärbeschichtungen.....	38
5.4.3	Alternative Verfahren.....	44
5.4.4	Problematische Beschichtungen — Polyimid und Silicium.....	46
5.4.5	Nachweis verringerter Festigkeit beim Abstreifen von Polsterungsbeschichtungen .....	47
5.4.6	Reinigen oder nicht reinigen.....	49
5.5	Klebstoffe.....	50
5.5.1	Allgemeines.....	50
5.5.2	Klebstofftypen .....	50
5.5.3	Die Bedeutung der Glasübergangstemperatur ( $T_g$ ) .....	52
5.5.4	Aushärtungsprogramm für Epoxidharze .....	54
5.5.5	Benutzerfreundlichkeit.....	57
5.5.6	Qualifikation .....	61
5.6	Vorbereitung von Steckverbindern.....	62
5.6.1	Trockenes Anpassen .....	62
5.7	Anbringung von Fasern an der Endstelle .....	64
5.7.1	Klebstoffauftrag.....	64
5.7.2	Bewährte Verfahrensweise für das Einführen der Faser .....	67
5.8	Aushärten des Klebstoffs .....	72
5.8.1	Allgemeines.....	72
5.8.2	Ausrichtung.....	72
5.8.3	Ausrüstung für das Aushärten .....	72
5.9	Entfernen überschüssiger Faser .....	76
5.9.1	Allgemeines.....	76
5.9.2	Grobes Ritzen nach dem Aushärten .....	76
5.9.3	Vorritzen .....	78
5.9.4	Sicherheit.....	78
5.9.5	Ritzwerkzeuge.....	78
5.9.6	Handwerkzeuge mit Federklingen .....	79
5.9.7	Ritzen von Fasern in Ferrulen mit mehreren Fasern .....	80
5.10	Polieren .....	80
5.10.1	Begründung.....	80
5.10.2	Leistungsmetrik.....	80
5.10.3	Geometrien der Endfläche.....	81
5.10.4	Parameter für die Endflächengeometrie.....	82
5.10.5	Polierschritte.....	92
5.10.6	Verfahren für das Kontrollieren der Endflächengeometrie.....	107
6	Inspektion zu Beginn der Gebrauchsdauer .....	114
6.1	Optische oder visuelle Inspektion (Sichtprüfung) .....	114
6.2	Interferometrische Inspektion .....	117
6.2.1	Inspektion und Kriterien für „Bestehen“ und „Nichtbestehen“ .....	118
	Literaturhinweise.....	122

<b>Contents</b>	<b>Page</b>
<b>European foreword.....</b>	<b>5</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>6</b>
<b>a) The Handbook .....</b>	<b>6</b>
<b>b) Background .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Scope .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 General.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Need to high integrity terminations.....</b>	<b>8</b>
<b>2 Normative references.....</b>	<b>8</b>
<b>3 Component Selection .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Elements.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Fibre optic cables .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2.1 General.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2.2 Cable construction .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2.3 Fibre choice .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.4 Cladding materials.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Primary buffer materials.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3.1 Function.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3.2 Acrylate.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3.3 Polyimide .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3.4 Silicone.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3.5 Strength Members.....</b>	<b>14</b>
<b>3.4 Outer jacket.....</b>	<b>14</b>
<b>3.5 Fibre optic interconnects (connectors) .....</b>	<b>15</b>
<b>3.5.1 Introduction .....</b>	<b>15</b>
<b>3.5.2 The Optical interface.....</b>	<b>15</b>
<b>3.5.3 Single-way Interconnects/Connectors .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5.4 Multi-way Interconnects/Connectors.....</b>	<b>23</b>
<b>3.5.5 Choice of tooling .....</b>	<b>24</b>
<b>4 Health and safety aspects.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 General.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Chemicals .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3 Sharps.....</b>	<b>26</b>
<b>5 Termination process.....</b>	<b>26</b>

5.1	Objective .....	26
5.2	Cable preparation.....	26
5.2.1	General.....	26
5.2.2	Cutting to length .....	26
5.2.3	Removal of outer jacket.....	28
5.2.4	Cable Handling tools (gripping the cable) .....	33
5.2.5	Strength member trimming/ removal .....	34
5.3	Removal of secondary coating(s).....	35
5.4	Removal of primary coatings.....	36
5.4.1	General.....	36
5.4.2	Mechanical techniques for primary coating removal.....	36
5.4.3	Alternative techniques.....	42
5.4.4	Troublesome coatings – Polyimide and Silicone .....	43
5.4.5	Evidence of strength reduction when stripping primary buffer coatings.....	45
5.4.6	To clean or not to clean.....	46
5.5	Adhesives .....	47
5.5.1	General.....	47
5.5.2	Adhesive types .....	47
5.5.3	The importance of glass transition temperature ( $T_g$ ) .....	49
5.5.4	Epoxy cure schedule .....	51
5.5.5	Usability.....	53
5.5.6	Qualification .....	57
5.6	Connector preparation .....	57
5.6.1	Dry fitting.....	57
5.7	Attachment of fibre to the terminus .....	59
5.7.1	Application of adhesive .....	59
5.7.2	Inserting Fibre ‘Best-Practice’ .....	62
5.8	Adhesive cure .....	66
5.8.1	General.....	66
5.8.2	Orientation.....	66
5.8.3	Curing equipment.....	67
5.9	Excess Fibre removal.....	71
5.9.1	General.....	71
5.9.2	Post-cure rough cleaving.....	71
5.9.3	Pre-cleave .....	73
5.9.4	Safety .....	73
5.9.5	Cleaving tools .....	73

<b>5.9.6 Sprung blade hand tools</b> .....	<b>74</b>
<b>5.9.7 Cleaving fibres in Multi-fibre Ferrules</b> .....	<b>75</b>
<b>5.10 Polishing</b> .....	<b>75</b>
<b>5.10.1 Rationale</b> .....	<b>75</b>
<b>5.10.2 Performance metrics</b> .....	<b>75</b>
<b>5.10.3 End face geometries</b> .....	<b>75</b>
<b>5.10.4 End-face geometry parameters</b> .....	<b>76</b>
<b>5.10.5 Polishing stages</b> .....	<b>86</b>
<b>5.10.6 Methods for controlling end-face geometry</b> .....	<b>100</b>
<b>6 Beginning of life Inspection</b> .....	<b>106</b>
<b>6.1 Optical or Visual Inspection</b> .....	<b>106</b>
<b>6.2 Interferometric Inspection</b> .....	<b>109</b>
<b>6.2.1 Inspection and Pass/Fail Criteria</b> .....	<b>110</b>
<b>Bibliography</b> .....	<b>113</b>